SKRIPSI

ANALISIS PERBANDINGAN TEORI PERMAINAN *FUZZY* DAN NON *FUZZY* DALAM MENENTUKAN STRATEGI PEMASARAN OPTIMUM PADA *MARKET PLACE*

Disusun dan diajukan oleh

ANDI NURUL ATIKAH MASHABA

H011171501

PROGRAM STUDI MATEMATIKA DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

ANALISIS PERBANDINGAN TEORI PERMAINAN *FUZZY* DAN NON *FUZZY* DALAM MENENTUKAN STRATEGI PEMASARAN OPTIMUM PADA *MARKET PLACE*

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sainspada Program Studi Matematika Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

ANDI NURUL ATIKAH MASHABA

H011171501

PROGRAM STUDI MATEMATIKA DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR
2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	:	Andi Nurul Atikah Mashaba
NIM	:	H011171501
Program Studi	:	Matematika
Jenjang	:	Strata 1 (S1)

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

ANALISIS PERBANDINGAN TEORI PERMAINAN *FUZZY* DAN NON-*FUZZY* DALAM MENENTUKAN STRATEGI PEMASARAN OPTIMUM PADA *MARKET PLACE*

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 19 Januari 2022

Yang Menyatakan

METERAI TEMPEL 10000 BBEFEAJX654958671

Andi Nurul Atikah Mashaba

NIM: H011171501

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS PERBANDINGAN TEORI PERMAINAN *FUZZY* DAN NON-*FUZZY* DALAM MENENTUKAN STRATEGI PEMASARAN OPTIMUM PADA MARKET PLACE

Disusun dan diajukan oleh

ANDI NURUL ATIKAH MASHABA
H011171501

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Matematika Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
pada tanggal 19 Januari 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama,	Pembimbing Pertama,
Prof. Dr. Aidawayati Rangkuti, M.S.	**Dr. Kasbawati, S.Si, M.Si**
NIP. 19570705 198503 2 001	**NIP. 19800904 200312 2 001**

Ketua Program Studi,

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS HASANUDDIN DEPARTEMEN MATEMATIKA FAKULTAS MIPA

Prof. Dr. Nurdin, S.Si., M.Si.
NIP. 19700807 200003 1 002

iii

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam tak lupa pula senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW, sebagai Nabi yang telah menjadi suri tauladan bagi seluruh umatnya sehingga penyusunan skripsi yang berjudul **"Analisis Perbandingan Teori Permainan *Fuzzy* dan Non-*Fuzzy* dalam Menentukan Strategi Pemasaran Optimum pada *Market Place*"** dapat terselesaikan, yang merupakan tugas akhir sebagai syarat untuk menyelesaikan studi pada jenjang strata satu (S1) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Saya menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada orang tua penulis, Ayahanda Andi Mashaba, SE., Ibunda Eliyawati, SE., dan Adik Andi Nurul Adilah Mashaba yang tak henti-hentinya memberikan doa, motivasi, serta dukungan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi penulis persembahkan untuk keluarga penulis yang penulis cintai dan sayangi.

Melalui kesempatan ini juga dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun material, secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan, terutama kepada yang terhormat:

1. **Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, M.A**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya dan **Dr. Eng. Amiruddin,** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.
2. **Prof. Dr. Nurdin, S.Si., M.Si.,** selaku Ketua Departemen Matematika Universitas Hasanuddin yang senantiasa mendidik, memberi nasehat dan motivasi.

3. **Prof. Dr. Hj. Aidawayati Rangkuti, MS**. Selaku pembimbing utama dan **Dr. Kasbawati, S.Si, M.Si**. selaku dosen pembimbing pertama, yang dengan sabar, tulus, dan ikhlas meluangkan begitu banyak waktu di tengah berbagai kesibukan dan prioritasnya untuk membimbing dan memberi masukan serta motivasi dalam penulisan skripsi ini.
4. **Prof. Dr. Moh. Ivan Azis, M.Sc**. selaku Tim Penguji sekaligus penasehat akademik selama menempuh pendidikan sarjana. Terima kasih atas waktu yang telah diluangkan untuk memberikan nasihat dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. **Dr. Muhammad Zakir, M.Si**. selaku Tim Penguji, terima kasih banyak atas waktu yang telah diluangkan dan memberikan kritikan yang membangun dalam penyempurnaan penulisan skripsi ini.
6. Bapak, ibu dosen dan staff administrasi program studi Matematika Universitas Hasanuddin yang telah memberikan banyak ilmu, banyak memberikan dukungan dan membantu mengurus kelancaran studi.
7. Saudara-saudariku "**24/7 Lucknut**" **Indi, Leci, Upi, Esty, Akin, Dilla, Sela, Faathir, Denizar, Cahyu, Rifki, Riswan, Heru, Syawal, dan Enal**, terima kasih untuk senantiasa selalu bersama, saling membantu, saling memberi semangat, dan berbagi ilmu dan cerita selama menempuh pendidikan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di Universitas Hasanuddin. Semoga kita semua diberikan kelancaran untuk menyelesaikan segala urusan terkait tugas akhir, Aamiin.
8. Terima kasih kepada teman-teman **Farah, Alfian, Faathir, Wulan, Rista, Khandy, Mamat, Mj** yang telah membantu penulis dalam menyusun skripsi ini.
9. Teman seperjuangan di **Matematika 2017**, terima kasih atas kebersamaan, suka dan duka dalam berjuang menjalani pendidikan di Departemen Matematika.
10. Teman-teman mahasiswa **Program Studi Matematika angkatan 2017-2020** yang telah bersedia untuk mengisi kuesioner sehingga bisa terselesaikannya skripsi ini.

11. Untuk sahabat sejak SMP hingga sekarang yang masih selalu bersama, **Atri, Fadilla, Itha, dan Asty** terima kasih untuk dorongan dan motivasi yang diberikan.
12. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih untuk segala dukungan dan partisipasi yang diberikan kepada penulis, semoga bernilai ibadah di sisi Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*.
13. Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all these hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, I wanna thank me for always being a giver and try to give more than I receive, I wanna thank me for trying to do more right than wrong, I wanna thank me for just being me all time.

Akhir kata, semoga segala bentuk kebaikan yang telah diberikan bernilai ibadah dan mendapat balasan dari Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*. Skripsi ini tentunya masih terdapat kekurangan, namun penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembacanya.

Makassar, 13 Januari 2022

Andi Nurul Atikah Mashaba

ABSTRAK

Perkembangan teknologi mengakibatkan semakin banyak aktifitas yang dilakukan melalui internet, salah satunya adalah transaksi jual beli online melalui *market place*. Perkembangan tersebut mengharuskan perusahaan yang bersaing dalam industri jual beli online dapat merencanakan strategi pemasaran yang tepat. Dalam hal ini untuk menentukan strategi pemasaran optimum dapat menggunakan pemodelan matematika yakni teori permainan *fuzzy* dan non-*fuzzy*. Metode *fuzzy* digunakan untuk mewakili ketidakpastian penilaian responden pada penyebaran kuesioner dan teori permainan mempunyai peranan dalam menentukan strategi pemasaran. Dalam skripsi ini diteliti perbandingan metode teori permainan *fuzzy* dan non-*fuzzy* untuk menentukan strategi pemasaran optimum *market place* Shopee dan Tokopedia. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa dengan menggunakan teori permainan *fuzzy* telah memenuhi kebutuhan dan keinginan responden serta diperoleh nilai permainan negatif yang menyatakan permainan dimenangkan oleh Tokopedia dengan strategi pemasaran kualitas barang. Adapun untuk teori permainan non-*fuzzy* diperoleh strategi pemasaran optimum bagi Shopee yaitu kualitas barang dengan peluang keberhasilan 61,97% dan strategi pemasaran optimum bagi Tokopedia yaitu diskon dengan peluang keberhasilan 65,49%.

Kata Kunci: Teori Permainan, Teori *Fuzzy*, Strategi Pemasaran, *market place*, Riset Operasi.

ABSTRACT

Technological developments have resulted in more and more activities being carried out via the internet, one of which is online buying and selling transactions through the *marketplace*. These developments require companies that compete in the online buying and selling industry to plan the right marketing strategies. In this case, to determine the optimum marketing strategy, mathematical modeling can be used, namely game theory *fuzzy* and non-*fuzzy*. The method is *fuzzy* used to represent the uncertainty of respondent assessments in distributing questionnaires and game theory has a role in determining marketing strategies. This thesis examines the comparison of game theory methods *fuzzy* and non-*fuzzy* to determine the optimum marketing strategy for the *market places* Shopee and Tokopedia. The results obtained indicate that using *fuzzy* game theory has fulfilled the needs and desires of respondents and obtained a negative game value which states that the game was won by Tokopedia with a quality marketing strategy. As for the non-*fuzzy* game *t*heory , the optimum marketing strategy for Shopee is the quality of goods with a 61.97% chance of success and the optimum marketing strategy for Tokopedia is a discount with a 65.49% chance of success.

Keywords: Game Theory, *Fuzzy* Theory, Marketing Strategy, *Market Place,* Operations Research.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN ii

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI iii

KATA PENGANTAR iv

ABSTRAK vii

ABSTRACT viii

DAFTAR ISI ix

DAFTAR TABEL xii

DAFTAR LAMPIRAN xiv

BAB 1 1

PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Batasan Masalah 3

1.4 Tujuan Penelitian 3

1.5 Manfaat Penelitian 4

BAB 2 5

TINJAUAN PUSTAKA 5

2.1 *State of the Art* 5

2.2 Teori Permainan 6

2.2.1 Unsur-Unsur Dasar Teori Permainan 7

2.2.2 Matriks Pay off 7

2.2.3 Permainan Dua Orang Jumlah Nol 9

2.2.4 Strategi Murni 9

2.2.5 Strategi Campuran 9

2.2.6 Permainan Menggunakan Pemrograman Linear 10

2.3 Logika *Fuzzy* ... 15
2.3.1 Teori Himpunan *Fuzzy* ... 16
2.3.2 Himpunan Tegas (*Crisp)* ... 16
2.4 Fuzzifikasi ... 19
2.5 Defuzzifikasi ... 24
2.6 Pemrograman Linear (*linear programming)* ... 24
2.7 Uji Kecukupan Data ... 25
2.8 Uji Validitas ... 26
2.9 Uji Reliabilitas ... 27
BAB 3 ... 29
METODOLOGI PENELITIAN ... 29
3.1 Jenis dan Sumber Data ... 29
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian ... 29
3.3 Populasi dan Sampel ... 29
1) Populasi ... 29
2) Sampel ... 29
3.4 Tahapan Penelitian ... 29
3.5 Diagram Alur Penelitian ... 32
BAB 4 ... 33
HASIL DAN PEMBAHASAN ... 33
4.1 Pengumpulan Data ... 33
4.1.1 Data Sekunder ... 33
4.1.2 Data Primer ... 34
4.2 Pengolahan Data ... 34
4.2.1 Uji Kecukupan Data **... 34**
4.2.2 Uji Validitas Data ... 35

4.2.3 Uji Reliabilitas Data 39

4.3 Pengolahan Data Tingkat Kepentingan *Market Place* 41

4.4 Pengolahan Data Tingkat Kepuasan pada Masing-Masing Aplikasi *Market Place* 45

4.4.1 Perhitungan Tingkat Kepuasan pada Apliksi *Market Place* Shopee 45

4.4.2 Perhitungan Tingkat Kepuasan pada Apliksi *Market Place* Tokopedia...... 49

4.5 Pengolahan Data Teori Permainan 52

4.6 Pengolahan Data Teori Permainan Non-*Fuzzy*.. 54

4.7 Pengolahan Data Teori Permainan dengan Metode Simpleks 57

4.7.1 Pemain Baris (Shopee) 57

4.7.2 Pemain Kolom (Tokopedia) 70

BAB 5.. 84

KESIMPULAN DAN SARAN 84

5.1 Kesimpulan 84

5.2 Saran.. 84

DAFTAR PUSTAKA 86

LAMPIRAN.. 88

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Matriks Permainan Dua Pemain Jumlah Nol 7
Tabel 2.2 Matriks Pay-off.. 8
Tabel 2.3 Matriks Pembayaran Permainan m×n 10
Tabel 2.4 Pivot Metode Simplex 14
Tabel 2.5 Data Aktual.. 21
Tabel 2.6 Data Deskriptif 21
Tabel 2.7 Interval Fuzzy.. 22
Tabel 2.8 Fuzzifikasi dan FLR 23
Tabel 2.9 FLRG... 24
Tabel 4.1 Atribut-Atribut Utama dari Market Place 33
Tabel 4.2 Karakteristik Koefisien Atribut Validitas... 36
Tabel 4.3 Hasil Uji Validitas Kuisioner Pendahuluan 39
Tabel 4.4 Karakteristik Koefisien Reliabilitas Atribut... 40
Tabel 4.5 Rekapitulasi Hasil Tingkat Kepentingan.. 42
Tabel 4.6 Nilai Fuzzifikasi dan Defuzzifikasi Tingkat Kepentingan 44
Tabel 4.7 Rekapitulasi Hasil Tingkat Kepuasan Shopee...................................... 46
Tabel 4.8 Nilai Fuzzifikasi dan Defuzzifikasi Tingkat Kepuasan Pengguna 48
Tabel 4.9 Rekapitulasi Hasil Tingkat Kepuasan Tokopedia 49
Tabel 4.10 Nilai Fuzzifikasi dan Defuzzifikasi Tingkat Kepuasan Pengguna 51
Tabel 4.11 Matriks Permainan Shopee dan Tokopedia 54
Tabel 4.12 Rekapitulasi Data Permainan Shopee vs Tokopedia 55
Tabel 4.13 Matriks Pay Off 56
Tabel 4.14 Matriks Awal 59
Tabel 4.15 Baris Kunci Baru Iterasi Pertama 60
Tabel 4.16 Iterasi Pertama 62
Tabel 4.17 Baris Kunci Baru Iterasi Kedua.. 63
Tabel 4.18 Iterasi Kedua.. 65
Tabel 4.19 Baris Kunci Baru Iterasi Ketiga 66
Tabel 4.20 Iterasi Ketiga 68
Tabel 4.21 Strategi Optimal Pemain Baris 69

Tabel 4.22 Matriks Awal.. 72
Tabel 4.23 Baris Kunci Baru.. 72
Tabel 4.24 Iterasi Pertama.. 75
Tabel 4.25 Baris Kunci Baru Iterasi Pertama... 76
Tabel 4.26 Iterasi Kedua... 77
Tabel 4.27 Baris Kunci Baru Iterasi Ketiga 78
Tabel 4.28 Iterasi Ketiga 80
Tabel 4.29 Baris Kunci Baru Iterasi Keempat.. 80
Tabel 4.30 Strategi Optimal Pemain Kolom 82
Tabel 4.31 Perbandingan Metode *Fuzzy* dan Metode Non *Fuzzy*……………..…..84

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kuesioner Pendahuluan 88
Lampiran 2 Kuesioner Formal 90
Lampiran 3 Kuesioner Perbandingan.. 92
Lampiran 4 Data Rekapitulasi Kuesioner Pendahuluan 99
Lampiran 5 Data Rekapitulasi Kuesioner Kepentingan Market Place 105
Lampiran 6 Data Rekapitulasi Kuesioner Kepuasan Shopee....................... 109
Lampiran 7 Data Rekapitulasi Kuesioner Kepuasan Tokopedia................ 112
Lampiran 8 Rekapitulasi Data Kuesioner Perbandingan............................ 113
Lampiran 9 Iterasi Keempat Pemain Baris.. 115
Lampiran 10 Iterasi Kelima Pemain Baris.. 115
Lampiran 11 Iterasi Keenam Pemain Baris 116
Lampiran 12 Iterasi Ketujuh Pemain Baris 117
Lampiran 13 Iterasi Kedelepan Pemain Baris 118
Lampiran 14 Iterasi Kesembilan Pemain Baris 119
Lampiran 15 Iterasi Kesepuluh Pemain Baris 120
Lampiran 16 Iterasi Kesebelas Pemain Baris 121

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Riset operasi menurut Miller dan Star adalah peralatan manajemen yang memaduserasikan ilmu pengetahuan, matematika, dan logika dalam pemecahan masalah secara optimal. Secara umum dapat diartikan bahwa riset operasi berkaitan erat dengan sistem pengambilan keputusan yang optimal (*optimal decision support system*) yang dimulai dengan penyusunan model dari sistem-sistem yang dihadapi, baik yang bersifat deterministik maupun probabilistik. Salah satu masalah yang dapat diselesaikan dengan teknik riset operasi adalah pemrograman linear seperti dalam penguasan personil, pencampuran bahan-bahan, pengelolaan distribusi-transportasi, dan teori permainan (Aidawayati, 2013). Aplikasi teori permainan dapat menyelesaikan permasalahan penentuan strategi pemasaran optimum *market place*.

Pada era globalisasi perkembangan teknologi mengakibatkan semakin banyak aktivitas yang dilakukan melalui internet. Salah satu kegiatan tersebut adalah transaksi jual beli elektronik. Dalam beberapa tahun terakhir istilah *e-commerce* di Indonesia sudah tidak asing lagi, hal ini ditunjang dengan munculnya beberapa perusahaan rintisan yang berbasis online. Salah satu *platform e-commerce* yang paling banyak digunakan adalah *market place*, dimana *market place* merupakan model bisnis dimana *website* yang bersangkutan tidak hanya membantu mempromosikan barang dagangan saja, tetapi juga memfasilitasi transaksi uang secara online. Situs *market place* berperan sebagai pihak ketiga dalam transaksi online dengan menyediakan tempat berjualan serta fasilitas pembayaran, sehingga bisa dikatakan *market place* adalah kata lain dari *Department Store* online (Ismail, 2020). *Market place* sangat memudahkan masyarakat karena dalam proses jual beli hanya memerlukan alat elektronik seperti laptop, *notebook,* dan *smartphone* untuk mengakses aplikasinya. Selain menawarkan kemudahan dalam kegiatan jual beli *market place* juga mementingkan keamanan data dari konsumen. Setiap tahun perkembangan *market place* semakin pesat, adapun terdapat beberapa *market place* terpopuler di Indonesia diantaranya yaitu Shopee dan Tokopedia.

Penggunaan *market place* yang meningkat secara terus menerus membuat perusahaan yang bersangkutan semakin bersaing dalam menarik hati konsumen dengan cara menciptakan inovasi terbaru dan meningkatkan pelayanan agar konsumen tidak berpindah tempat. Persaingan ini dapat dilihat dari berlomba-lombanya masing-masing aplikasi *market place* dalam memberikan tawaran yang menarik dan menjanjikan seperti *voucher* dan berbagai fitur lainnya. Terjadinya persaingan pasar membuat perusahaan bersaing untuk memperoleh pangsa pasar. Oleh karena itu setiap perusahaan harus menganalisa proses dalam mengambil keputusan strategi, dan untuk bisa memenangkan pangsa pasar yang harus dilakukan perusahaan yaitu memahami tingkat persaingan dengan kompetitornya serta perlu mengidentifikasi strategi pemasaran yang optimum atas produk yang akan dipasarkan.

Dalam hal ini pemodelan matematika mempunyai peranan untuk menentukan strategi pemasaran yang optimum. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah teori permainan (*game theory*). Teori permainan (*game theory*) suatu model matematika yang digunakan dalam situasi konflik atau persaingan antara berbagai kepentingan yang saling berhadapan sebagai pesaing. Teori ini dikembangkan untuk menganalisis proses pengambilan keputusan dari situasi persaingan yang berbeda-beda, dan melibatkan dua atau lebih kepentingan. Jenis persaingan ini ada di dalam semua jenis kegiatan yaitu olahraga, bisnis, dan dalam strategi militer. Bentuk umum yang digunakan untuk mencirikan permainan yaitu situasi umum dari persaingan sepanjang waktu (Aminuddin, 2005). Teori permainan (*game theory*) dapat juga didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan berupa teori matematis yang digunakan untuk menentukan, merumuskan, dan mempelajari situasi konflik atau kompetisi yang melibatkan dua atau lebih pihak guna mendapatkan suatu keputusan yang optimal bagi setiap pihak (Hendri, 2009).

Pada penelitian ini ketidakpastian dari penilaian responden akan diinterpretasikan dengan menggunakan logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* merupakan cabang dari sistem kecerdasan buatan (*Artificial Intelligent*) yang mengemulasi kemampuan manusia dalam berfikir ke dalam bentuk algoritma yang kemudian dijalankan oleh mesin. Algoritma ini digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan dalam bentuk biner. Logika fuzzy menginterpretasikan statemen yang samar menjadi sebuah pengertian yang logis

(Kusumadewi, 2003). Logika *fuzzy* pertama kali dikembangkan oleh Lotfi A. Zadeh melalui tulisannya pada tahun 1965 tentang teori himpunan *fuzzy*. Logika *fuzzy* bertujuan untuk memecahkan masalah ketidakpastian dan ketidaktepatan. Dalam penelitian ini studi kasus yang akan diteliti adalah *market place*, mengingat saat ini *market place* sangat berkembang pesat dan banyak digunakan oleh masyarakat.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka akan dilakukan penelitian dengan judul "**Analisis Perbandingan Teori Permainan *Fuzzy* dan *Non Fuzzy* dalam Menentukan Strategi Pemasaran Optimum pada Market Place".**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah bagaimana perbandingan metode teori permainan *fuzzy* dan *non fuzzy* dalam menentukan strategi pemasaran optimum?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Responden penelitian adalah mahasiswa Program Studi Matematika Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin angkatan 2017-2020.
2. Berdasarkan penyeberan kuisioner mengenai penggunaan *market place* yang sering digunakan maka objek dalam penelitian ini adalah Shopee dan Tokopedia.
3. Penentuan strategi didasarkan atas pertimbangan atribut-atribut yang diutamakan konsumen.

1.4 Tujuan Penelitian

Dari permasalahan yang telah diajukan sebelumnya maka tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan perbandingan metode teori permainan *fuzzy* dan *non fuzzy* dalam menentukan strategi pemasaran optimum *market place*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menjadi bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam menentukan strategi yang optimum untuk mendapatkan pangsa pasar.
2. Menambah wawasan dan pengetahuan mengenai logika *fuzzy* dalam menentukan strategi pemasaran.
3. Mendapatkan perbandingan teori permainan *fuzzy* dan non *fuzzy*.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *State of the Art*

Market place merupakan salah satu model bisnis dimana *website* atau aplikasi yang bersangkutan tidak hanya membantu mempromosikan barang dagangan saja tetapi juga memfasilitasi para pebisnis *start up* dalam transaksi jual beli yang dilakukan secara online. Banyaknya jenis *market place* yang membuat persaingan untuk mendapatkan pangsa pasar semakin ketat sehingga persaingan tersebut dapat dimodelkan dalam bentuk matematika yang disebut teori permainan.

Beberapa penelitian terkait teori permainan non *fuzzy* yaitu penelitian (Donoriyanto, 2010) dan (Agustini & Rusindiyanto, 2018) dimana sama-sama menggunakan strategi murni dalam mencari strategi optimal dalam pemasaran *handphone* dan minuman energi. Pada masing-masing jurnal diperoleh keunggulan didapat para pemain yang bisa dijadikan strategi dalam menarik minat konsumen seperti untuk Hemaviton dan Blackberry harus memaksimum strategi iklan. Untuk penelitian (Wijayati & Supriyadi, 2021) menggunakan strategi campuran yang menggunakan metode simpleks dalam penyelesaian permainan yang dimenangkan oleh Teknik Informatika dengan meningkatkan strategi jumlah kelulusan, biaya kuliah, dan jumlah dosen dalam memaksimumkan keuntungan dan untuk Teknik Industri dapat meminimumkan kerugian dengan meningkatkan strategi biaya kuliah, popularitas, dan jumlah kelulusan.

Selain teori permainan non *fuzzy* terdapat juga teori permainan *fuzzy* yang dimana dalam penyelesaiannya menggunakan logika *fuzzy* untuk unsur ketidakpastian konsumen dalam memilih suatu produk, dalam hal ini terdapat beberapa penelitian yaitu (Anggraini, Mujib, & Putra, 2017) dan (Wahyuti & Ngatilah, 2020) yang mendapatkan strategi pemasaran optimum dengan menggunakan logika *fuzzy* sebagai tahap pertama untuk menentukan tingkat kepentingan dan kepuasan konsumen yang kemudian dilanjutkan dengan penyelesaian teori permainan dengan mencari *saddle point,* sehingga diperoleh strategi optimum dari masing-masing pemain.

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis perbandingan antara teori permainan *fuzzy* dan *non fuzzy*, hal ini dilakukan untuk mengenai metode mana yang lebih baik dalam menentukan strategi pemasaran optimum.

2.2 Teori Permainan

Teori permainan (*game theory*) adalah teori matematika yang mempelajari secara formal sifat-sifat dari situasi kompetisi, terutama proses pengambilan keputusan lawan. Teori permainan yang pertama dikembangkan oleh ilmuan Prancis berana Emile Borel. Bagian ini berkaitan dengan keputusan dalam ketidak pastian yang melibatkan dua atau lebih lawan yang cerdas, setiap pemain berkeinginan untuk mengoptimalkan keputusannya sendiri dengan mengharapkan kerugian pada pihak lawan, contoh kampanye iklan, peluncuruan produk-produk yang bersaing dan perencanaan strategi perang melawan musuh. Tujuan mempelajari teori permainan ini adalah mampu menyeleksi strategi murni dan campuran dan menganilisisnya dengan pemrograman linear dari *problem* yang ada (Aidawayati, 2013).

Menurut (Siregar Z. H., 2019) terdapat beberapa langkah-langkah dalam teori permainan, yaitu

1. Membuat tabel atau matriks permainan. Tabel atau matriks permainan berisi *pay off*.
2. Mencari nilai terkecil pada setiap baris. Pada setiap baris dipilih *pay off* yang nilanya terkecil diantara *pay off* yang ada.
3. Mencari nilai terbesar pada setiap kolom. Pada setiap kolom dipilih *pay off* yang nilainya terbesar diantara *pay off* yang ada.
4. Menentukan nilai maksimum, yaitu nilai terbesar dari nilai terkecil pada minimum baris.
5. Menentukan nilai minimum, yaitu nilai terkecil dari nilai terbesar pada maksimum baris.
6. Uji optimalisasi, yaitu melakukan pemeriksaan apakah nilai maksimum sudah sama dengan nilai minimum. Apabila nila maksimum sama dengan nilai minimum, maka strategi sudah optimal dan pemain cukup

menggunakan strategi tunggal atau murni. Tetapi, apabila nilai maksimum dan minimum tidak sama maka strategi belum optimal dan harus dilanjutkan dengan menggunakan strategi campuran.

2.2.1 Unsur-Unsur Dasar Teori Permainan

Unsur-unsur dasar teori permainan sangat penting dalam pemecahan setiap kasus dengan teori permainan (Aminudin, 2005), dengan mengambil contoh permainan dua pemain jumlah nol (*two person zero sum game*) dimana matriks *pay-off* ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Matriks Permainan Dua Pemain Jumlah Nol

		Pemain B		
		B1	B2	B3
Pemain A	A1	8	11	4
	A2	10	7	6

Dari contoh Tabel 2.1 dapat dijelaskan dasar-dasar teori permainan sebagai berikut:

1. Suatu permainan dikatakan dominan apabila setiap *pay-off* dalam strategi adalah superior terhadap setiap *pay-off* yang berhubungan dalam suatu strategi alternatif. Pada matriks di Tabel 2.1 hal ini terjadi untuk pemain B, kedua strategi B_1 dan B_2 didominasi oleh strategi B_3. Sehingga strategi B_1 dan B_3 dapat direduksi. Artinya pemain A memilih strategi A_2 karena berusaha mencari keuntungan maksimal. Jadi nilai permainan untuk kasus tersebut adalah 4.
2. Tujuan dari model permainan adalah mengidentifikasi strategi mana yang optimal untuk setiap pemain.

2.2.2 Matriks *Pay-off*

Nilai pembayaran dalam suatu permainan disebut *pay off*. Matriks *pay off* merupakan matriks yang elemen-elemennya merupakan matriks jumlah nilai yang harus dibayarkan dari pihak pemain yang kalah kepada yang menang pada akhir suatu permainan. Pengertian *pay off* tidak selalu pembayaran uang, akan tetapi bisa juga kenaikan atau penurunan *market share* (Mustaqim, 2013).

Tabel 2.2 Matriks *Pay-off*

P_2 / P_1		y_1	y_2	.	.	.	y_n
x_1	1	a_{11}	a_{21}	.	.	.	a_{1n}
x_2	2	a_{21}	a_{22}	.	.	.	a_{2n}
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
x_m	m	a_{m1}	a_{m2}	.	.	.	a_{mn}

Dari Tabel 2.2 dapat dijelaskan dasar-dasar teori permainan sebagai berikut:

1. Angka-angka dalam matriks *pay-off* (matriks permainan) menunjukkan hasil-hasil atau *pay-off* dari strategi strategi permainan yang berbeda-beda, dimana hasil tersebut merupakan efektivitas. Bilangan positif menunjukkan keuntungan bagi pemain baris (*maximizing player*) dan kerugian bagi pemain kolom (*minimizing player*).
2. X_i dan Y_j dimana untuk $i = 1, 2, 3, \dots, m$ dan $j = 1, 2, 3, \dots, n$ merupakan alternatif strategi-strategi yang dimiliki oleh masing-masing pemain P_1 dan P_2. Suatu strategi permainan adalah rangkaian rencana yang menyeluruh dari pemain sebagai reaksi atas aksi yang mungkin dilakukan oleh pesaing.
3. Nilai permainan adalah hasil yang diperkirakan per permainan atau rata-rata *pay-off* sepanjang permainan. Suatu permainan dikatakan adil (*fair*) apabila nilainya sama dengan nol.
4. Tujuan dari model permainan adalah mengidentifikasi strategi mana yang optimal untuk setiap pemain.

2.2.3 Permainan Dua Orang Jumlah Nol

Teori permainan dua orang dengan nilai permainan nol adalah model teori permainan yang paling dasar. Permainan dua orang ini mungkin memiliki nilai permainan nol atau bukan nol dengan strategi permainan murni atau campuran (Siswanto, 2007). Disebut permainan dua orang jumlah nol karena pemain menang apabila pemain lainnya kalah, sehingga jumlah kemenangannya adalah nol.

Dalam teori permainan seorang lawan disebut sebagai pemain (*player*). Setiap pemain memiliki sejumlah pilihan yang berhingga atau tak berhingga, dimana pilihan tersebut adalah strategi pemain tersebut. Penyelesaian masalah dalam teori permainan biasanya menggunakan dua karakteristik strategi, yaitu strategi murni dan strategi campuran (Aidawayati, 2013).

2.2.4 Strategi Murni

Penyelesaian masalah dengan strategi murni dilakukan dengan menggunakan konsep maksimin untuk pemain atau perusahaan baris dan konsep minimaks untuk pemain atau perusahaan kolom, dimana maksimin (maksimum dari minimum) merupakan tindakan memaksimumkan keuntungan bagi pemain baris sedangkan untuk minimaks (minimum dari maksimum) merupakan tindakan meminimumkan kerugian bagi pemain kolom.

Dalam strategi ini seorang pemain atau perusahaan akan menggunakan satu strategi yaitu strategi tunggal untuk mendapatkan hasil optimal atau memperoleh *saddle point* yang sama (Aidawayati, 2013). Bila nilai maksimin tidak sama dengan nilai minimaks, titik sadel tidak dapat dicapai sehingga permainan tidak dapat diselesaikan dengan menggunakan strategi murni, tetapi dengan strategi campuran.

2.2.5 Strategi Campuran

Penyelesaian masalah dengan straategi campuran dilakukan apabila strategi murni yang digunakan belum mampu menyelesaikan masalah permainan atau belum mampu memberikan pilihan strategi yang optimal bagi masing-masing pemain atau perusahaan. Agar sebuah permainan atau persaingan menjadi optimal, setiap strategi yang digunakan berusaha untuk mendapatkan titik sadel (*saddle point*) yang sama. Bila suatu permainan tidak mempunyai titik keseimbangan, maka teori permainan menyarankan setiap pemain untuk menetapkan distribusi peluang dari strategi yang akan diterapkannya. Secara matematis dapat dituliskan:

X_i adalah peluang pemain I menggunakan strategi i, $(i = 1, 2, \dots, m)$,

Y_j adalah peluang pemain II menggunakan strategi j, $(j = 1, 2, \dots, n)$,

dimana m dan n adalah banyaknya strategi. Jadi, pemain I dapat menyebutkan strateginya untuk memainkan permainan dengan memberikan nilai $x_1,\ x_2, \dots,$ x_m. Karena nilai-nilai ini adalah peluang maka nilainya tak negatif dan jumlahnya 1. Dengan cara yang sama, strategi pemain II dapat digambarkan oleh nilai-nilai $y_1,\ y_2, \dots,\ y_n$. Kedua strategi tersebut dapat disebut strategi campuran (*mixed strategies*) (Aidawayati, 2013).

2.2.6 Permainan Menggunakan Pemrograman Linear

Salah satu metode pemecahan permasalahan dalam setiap permainan adalah metode pemrograman linear. Program linear yang diterjemahkan dari *Linier Programming* (LP) adalah suatu cara untuk menyelesaikan persoalan pengalokasian sumber-sumber yang terbatas diantara beberapa aktivitas yang bersaing, dengan cara terbaik yang mungkin dilakukan (Aidawayati, 2013).

Permasalahan teori permainan dalam program linear dapat disajikan dalam bentuk Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Matriks Pembayaran Permainan m×n

	j / i	Pemain Kedua (P_2)			
Pemain pertama (P_1)		y_1	y_2	...	y_n
	x_1	a_{11}	a_{21}	...	a_{1n}
	x_2	a_{12}	a_{22}	...	a_{2n}
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	x_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}

Keterangan dari variabel dalam Tabel 2.3 disajikan sebagai berikut:

x_i	adalah	peluang masing-masing strategi pemain pertama, $(i = 1, 2, \dots, m)$,
y_j	adalah	peluang masing-masing strategi pemain kedua, $(j = 1, 2, \dots, n)$,
a_{ij}	adalah	nilai pembayaran yang bersesuaian dengan strategi ke-i bagi pemain pertama dan strategi ke-j bagi pemain kedua,
v	adalah	nilai permainan.

Strategi optimal pemain pertama (P_1) adalah strategi yang sesuai dengan nilai maksimum, yaitu:

$$v = \min \left\{ \sum_{i=1}^{m} a_{i1} X_i \, , \sum_{i=1}^{m} a_{i2} X_i \, , \dots , \sum_{i=1}^{m} a_{in} X_i \right\}, \qquad (2.4)$$

dengan batasan:

$$\sum_{i=1}^{m} a_{in} X_i \geq v \, , \qquad n = 1,2,3, \dots , m,$$

$$\sum_{i=1}^{m} X_i \geq 1 \, , \qquad X_i \geq 0 \; untuk \; semua \; i,$$

dimana v mewakili nilai permainan dalam kasus ini. Dengan asumsi bahwa $v \geq 0$, batasan dari program linear menjadi

$$a_{11} \frac{X_1}{v} + a_{21} \frac{X_2}{v} + \cdots + a_{m1} \frac{X_m}{v} \geq 1,$$

$$a_{12} \frac{X_1}{v} + a_{22} \frac{X_2}{v} + \cdots + a_{m2} \frac{X_m}{v} \geq 1,$$

$$a_{1n} \frac{X_1}{v} + a_{2n} \frac{X_2}{v} + \cdots + a_{mn} \frac{X_m}{v} \geq 1,$$

$$\frac{X_1}{v} + \frac{X_2}{v} + \cdots + \frac{X_m}{v} = \frac{1}{v},$$

dimana $x_i = \frac{X_i}{v} \; dengan \;\; i = 1, 2, \dots, m$, maka diperoleh

$$a_{11} x_1 + a_{21} x_2 + \cdots + a_{m1} x_m \geq 1,$$

$$a_{12} x_1 + a_{22} x_2 + \cdots + a_{m2} x_2 \geq 1,$$

$$a_{1n} x_1 + a_{2n} x_2 + \cdots + a_{mn} x_m \geq 1,$$

$$x_1 + x_2 + \cdots + x_m = \frac{1}{v}.$$

Karena pemain pertama (P_1) merupakan pemain yang memaksimumkan maka fungsi tujuannya adalah memaksimumkan nilai v atau sama dengan meminimumkan $\frac{1}{v}$. Jadi dapat dirumuskan program linear untuk pemain pertama (P_1) sebagai berikut:

$$meminimumkan\ Z = (x_1 + x_2 + \cdots + x_m), \tag{2.5}$$

dengan batasan

$$a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + \cdots + a_{m1}x_m \geq 1,$$
$$a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{m2}x_m \geq 1,$$
$$a_{1n}x_1 + a_{2n}x_2 + \cdots + a_{mn}x_m \geq 1,$$
$$x_1, x_2, \dots, x_m \geq 0.$$

Strategi optimal pemain kedua (P_2) adalah strategi yang sesuai dengan nilai minimum, yaitu

$$v = \max \left\{ \sum_{j=1}^{n} a_{1j}Y_j , \sum_{j=1}^{n} a_{2j}Y_j , \dots , \sum_{j=1}^{n} a_{mj}Y_j \right\}, \tag{2.6}$$

dengan batasan:

$$\sum_{j=1}^{n} a_{mj}Y_j \leq v , \qquad m = 1,2,3, \dots , n,$$

$$\sum_{j=1}^{n} Y_j \leq 1, \qquad Y_j \leq 0\ untuk\ semua\ j,$$

dimana v mewakili nilai permainan dalam kasus ini. Dengan asumsi bahwa $v \leq 0$, batasan dari program linear menjadi

$$a_{11}\frac{Y_1}{v} + a_{21}\frac{Y_2}{v} + \cdots + a_{n1}\frac{Y_n}{v} \leq 1,$$
$$a_{12}\frac{Y_1}{v} + a_{22}\frac{Y_2}{v} + \cdots + a_{n2}\frac{Y_n}{v} \leq 1,$$
$$a_{1m}\frac{Y_1}{v} + a_{2m}\frac{Y_2}{v} + \cdots + a_{nm}\frac{Y_n}{v} \leq 1,$$
$$\frac{Y_1}{v} + \frac{Y_2}{v} + \cdots + \frac{Y_n}{v} = \frac{1}{v}.$$

dimana $y_j = \frac{Y_j}{v}$, $j = 1, 2, \dots , n$, maka diperoleh

$$a_{11}y_1 + a_{21}y_2 + \cdots + a_{n1}y_n \leq 1,$$
$$a_{12}y_1 + a_{22}y_2 + \cdots + a_{n2}y_n \leq 1,$$
$$a_{1m}y_1 + a_{2m}y_2 + \cdots + a_{nm}y_n \leq 1.$$

Karena pemain kedua (P_2) merupakan pemain yang meminimumkan maka fungsi tujuannya adalah meminimumkan nilai v atau sama dengan memaksimumkan $\frac{1}{v}$. Jadi dapat dirumuskan program linear untuk pemain II sebagai berikut:

$$memaksimumkan\ Z = (y_1 + y_2 + \cdots + y_n). \qquad (2.7)$$

dengan batasan

$$a_{11}y_1 + a_{21}y_2 + \cdots + a_{n1}y_n \leq 1,$$
$$a_{12}y_1 + a_{22}y_2 + \cdots + a_{n2}y_n \leq 1,$$
$$a_{1m}y_1 + a_{2m}y_2 + \cdots + a_{nm}y_n \leq 1,$$
$$y_1, y_2, \dots, y_n \geq 0.$$

Untuk menyelesaikan masalah pemrograman linear dapat digunakan metode simpleks, dimana metode simpleks merupakan suatu metode yang secara sistematis dimulai dari suatu pemecahan dasar yang fisibel ke pemecahan dasar fisibel lainnya, dan ini dilakukan berulang sehingga akhirnya tercapai suatu pemecahan optimal (Aidawayati, 2013).

Langkah-langkah untuk menyelesaikan metode simpleks terdapat tiga tahap yaitu:

1. Menyusun bentuk standar dari model matematika permasalahan yang dihadapi,
2. Menyusun permasalahan dalam bentuk tabel,
3. Mencari penyelesaian selanjutnya. Berikut beberapa ketentuan yang perlu diperhatikan dalam menyelesaikan metode simpleks yaitu:
   a. Nilai kanan fungsi tujuan tidak pernah sama dengan nol,
   b. Nilai kanan fungsi kendala haruf positif, apabila negatif maka nilai tersebut harus dikalikan -1 dari tanda $\leq$ menjadi $\geq$,
   c. Fungsi kendala dengan tanda $\leq$ dan $\geq$ harus diubah ke bentuk $=$,
   d. Dalam penyelesaian harus menambahkan variabel *surplus* atau *surplus*. Variabel *slack* ditambahkan untuk menyelesaikan permasalahan yang meminimumkan dan variabel *surplus* ditambahkan untuk penyelesaian permasalahan memaksimumkan.

Untuk memulai prosedur simpleks dapat menggunakan tabel pivot sebagai berikut.

Tabel 2.4 Pivot Metode Simplex

Basis	C	C	C_1	C_2	.	C_1	.	C_m	C_{m+1}	Ɵ min
		P_0	P_1	P_2	.	P_1	.	P_m	P_{m+1}	
P_1	C_1	a_{10}	1	0	.	0	.	0	$a_{1,m+1}$	
P_2	C_2	a_{20}	0	1	.	0	.	0	$a_{2,m+1}$	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
P_{10}	C_{10}	C_{10}	0		.	1	.	0	$a_{1,m+1}$	
P_m	C_m	a_{m0}	0	0	.	0	.	1	$a_{m,m+1}$	
		Z_0	0	0	.	0	.	0	Z_{m+1}+C	

Sumber: Aidawayati Rangkuti, 2013

Langkah-langkah penyelesaian program linear yang fungsi tujuannya minimal dengan metode simpleks:

1. Jika ada $Z_j - C_j$ positif maka dibuat tabel baru dengan cara:

   (1) menentukan kolom kunci yaitu memilih nilai $Z_j - C_j$ yaitu max {Zj – C_j}, (2) pada kolom ke- k dilakukan pemeriksaan nilai θ. Jika untuk semua θ negatif, maka nilai fungsi tujuan tidak terbatas, tetapi jika terbatas a_{ij} yang positif hitung nilai θ diantara yang positif.
2. Menentukan baris kunci, yaitu dengan memilih nilai θ yang terkecil (diantara yang positif) dengan cara:

$$\theta = \frac{a_{i0}}{a_{ij}}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m, \quad j = 1, 2, 3, \dots, n \qquad (2.9)$$

3. Membuat baris kunci baru, adapun untuk menentukan baris kunci baru menggunakan rumus sebagai berikut:

$$BB = BL - (Koefisien\ KK \times BK\ baru) \qquad (2.10)$$

dengan

BB adalah baris baru,

BL adalah baris lama,

KK adalah kolom kunci,

BK adalah baris kunci.

4. Jika untuk semua $Z_j - C_j \leq 0$, maka telah diperoleh penyelesaian yang maksimal. Jika ada nilai positif, maka persoalan asli tidak fisibel atau iterasi harus dilanjutkan sampai ditemukan $Z_j - C_j \leq 0$. Dan jika untuk semua $Z_j - C_j \leq 0$, maka telah diperoleh penyelesaian yang maksimal. Namun, ada nilai negatif maka persoalan asli tidak fisibel atau iterasi harus dilanjutkan sampai ditemukan $Zj - Cj \geq 0$,
5. Ulangi langkah 3 dan 4 sampai diperoleh penyelesaian optimal.

2.3 Logika *Fuzzy*

Logika f*uzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dalam Bahasa inggris *fuzzy* mempunyai arti kabur atau tidak jelas. Jadi, logika *fuzzy* adalah logika yang kabur atau mengandung unsur ketidakpastian. Pada logika biasa, yaitu logika tegas hanya mengenal dua nilai, salah atau benar, 0 atau 1. Sedangkan logika *fuzzy* mengenal nilai antara benar dan salah. Kebenaran dalam logika *fuzzy* dapat dinyatakan dalam derajat kebenaran yang nilainya antara 0 sampai 1 (Saelan, 2009). Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2013) bahwa dasar logika fuzzy adalah teori himpunan (Yulmaini, 2018). Ada beberapa alasan mengapa digunakan logika *fuzzy*, yaitu:

1. Konsep logika *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti atau dipahami. Kelebihannya terletak pada *naturalness* pendekatannya dalam memecahkan suatu permasalahan.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel, di mana dibangun dan dikembangkan dengan mudah tanpa harus dimulai dari "nol".
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat. Hal tersebut cocok sekali dengan fakta dalam kehidupan sehari-hari.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Logika *fuzzy* dapat membangun bagian teratas dari pengalaman dan pengetahuan para pakar sehingga dapat lebih mudah digunakan dalam membangun logika *fuzzy*.

6. Logika *fuzzy* dapat bekerja sama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami atau bahasa manusia.

2.3.1 Teori Himpunan *Fuzzy*

Misalkan F adalah sebuah himpunan dari domain X. Fungsi keanggotaan $\mu_F(x)$ dari himpunan F adalah sebuah fungsi yang menugaskan nilai atau derajat keanggotaan ke setiap $x \in F,\ \mu : X \rightarrow [0,1]$. Maka himpunan F disebut himpunan *fuzzy*. Dari definisi himpunan *fuzzy*, himpunan *fuzzy* mempunyai elemen sama jika fungsi keanggotaan mereka sama. Ini berarti bahwa tiap elemen dimiliki satu himpunan *fuzzy* harus dimiliki himpunan *fuzzy* lain dengan derajat keanggotaan sama (Muis, 2018). Himpunan *fuzzy* mempunyai dua atribut (Yulmaini, 2018), yaitu:

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami. Misalnya muda, paruh baya, tua. Variabel linguistic adalah variabel yang mempunyai nilai kata atau kalimat dalam natural atau bahasa cerdas.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel. Misalnya 40, 25, 20, dan lain sebagainya.

2.3.2 Himpunan Tegas (*Crisp)*

Himpuan (*set*) dapat diartikan sebagai kumpulan dari objek, anggota dari suatu himpunan dinamakan unsur himpunan. Pandang X sebagai semesta pembicaraan atau himpunan semesta yang berisikan semua unsur yang mungkin untuk masuk ke dalam X sesuai dengan penerapan atau konteks tertentu. Jika himpunan A adalah himpunan bagian dari X, berisikan elemen yang memenuhi kondisi untuk menjadi anggota dari A, maka A dapat dipresentasikan sebagai berikut:

$$A = \{x \in X \mid x \ yang\ memenuhi\ kondisi\}$$

Untuk menyatakan himpunan A dapat dilakukan dengan menggunakan nilai keanggotaan (derajat keanggotaan) atau fungsi keanggotaan yang dinotasikan dengan $\mu_A(x)$. Himpunan tegas memiliki batas keanggotaan yang jelas (Handoyo

& Prasojo, 2017). Pada himpunan tegas (*crisp set*), nilai keanggotaan dikarakterisasi oleh fungsi keanggotaan 0 dan 1, fungsi keanggotaan ini juga dikenal sebagai fungsi karakteristik, fungsi diskriminasi, atau fungsi indikator. Fungsi keanggotaan 0 dan 1 untuk himpunan A dinyatakan dengan:

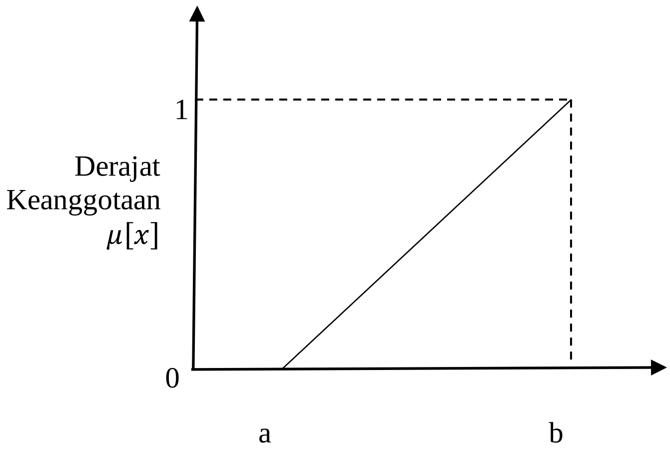
$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & jika\ x \in A \\ 0, & jika\ x \notin A \end{cases}$$

2.3.3 **Fungsi Keanggotaan**

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi (Wirawan, 2017). Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan.

a. Representasi Linear

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada dua keadaan himpunan *fuzzy* yang linear. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi. Kurva tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2.



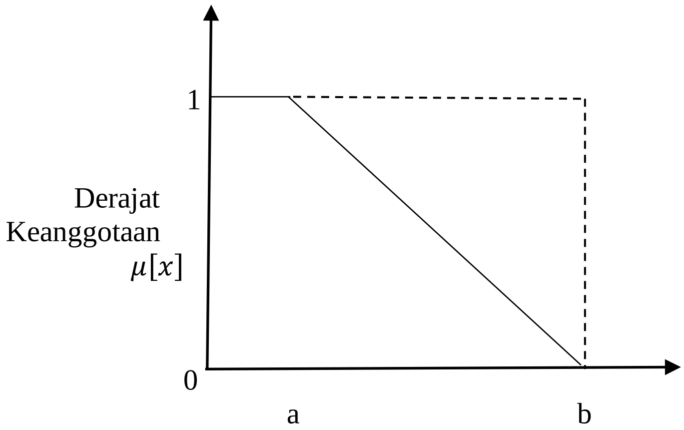
Gambar 2.2 Kurva Linier Naik

Fungsi keanggotaannya adalah

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & ,x < a, \\ \dfrac{x-a}{b-a} & ,a \le x \le b, \\ 1 & ,x > b. \end{cases} \tag{2.11}$$

dengan a merupakan nilai domain terkecil saat derajat keanggotaan terkecil dan b adalah derajat keanggotaan terbesar dalam domain.

Kedua, merupakan kebalikan yang pertama dimana garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah yang disajikan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Kurva Linier Turun

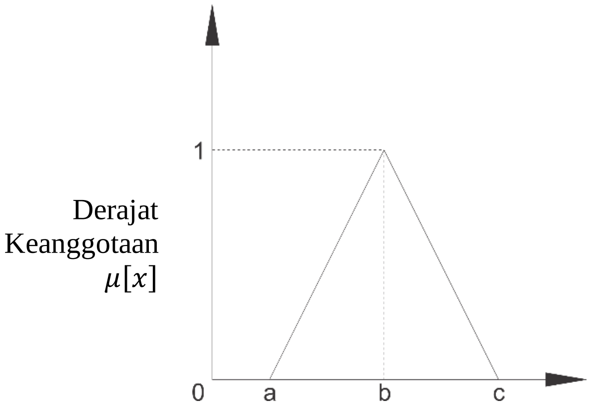
Fungsi keanggotaannya adalah

$$\mu[x] = \begin{cases} 1 & ,x < a, \\ \dfrac{b-x}{b-a} & ,a \le x \le b, \\ 0 & ,x > b. \end{cases} \tag{2.12}$$

dengan a nilai domain terkecil saat derajat keanggotaan terkecil dan b adalah derajat keanggotaan terbesar dalam domain.

b. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis (linier) seperti terlihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaannya adalah

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & , x \leq a \; atau \; x \geq c, \\ \dfrac{x-a}{b-a} & , a \leq x \leq b, \\ \dfrac{b-x}{c-b} & , b \leq x \leq c. \end{cases} \tag{2.13}$$

dengan a adalah nilai domain terkecil saat derajat keanggotaan terkecil dan b adalah derajat keanggotaan terbesar dalam domain.

2.4 Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses yang mengubah data input (*crisp* input) yang bernilai tegas dan numerik ke dalam variabel *fuzzy* yang dinyatakan dalam fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan yang dibuat akan dimasukkan ke dalam aturan (*rule based*) *fuzzy* (Mesran, Limbong, & Nofriansyah, 2020). Hal ini berguna pada kendali logika *fuzzy* dan juga dapat diterangkan bahwa semua nilai-nilai yang terukur di lapangan tidak semuanya eksak. Namun masih selalu muncul penyimpangan. Untuk memasukkan faktor ketidakpresisian ini bahwa suatu nilai dapat didefinisikan dalam lingkup nilai tertentu. Lingkup nilai tertentu tersebut dikenal sebagai himpunan *fuzzy*. Nilai di lapangan akan dinyatakan dalam bentuk data *fuzzy* yang dinyatakan ke dalam dua aspek yaitu himpunan *fuzzy* dan nilai keanggotaannya (Rusli, 2017).

Perhitungan fuzzifikasi menggunakan *Triangular Fuzzy Number* (TFN), dimana *Triangular Fuzzy Number* merupakan *range* nilai dari bobot jawaban responden dan merupakan bilangan *fuzzy* yang paling sering digunakan.

Triangular Fuzzy Number ditunjukkan dengan tiga titik yaitu nilai batas bawah (a), nilai tengah (b), dan nilai batas atas (c). Pada penelitian ini akan digunakan *Triangular Fuzzy Number* (TFN) karena kemudahan penggunaannya dalam proses perhitungan, selain itu efektif untuk formulasi masalah keputusan dengan informasi yang subjektif dan tidak akurat (Rouhani, Ghazanfari, & Jafari, 2012). Berikut merupakan rumus untuk menentukan *Triangular Fuzzy Number* (Afriyani, Rahmiati, & Linda, 2019).

Nilai batas bawah (a)

$$a = \frac{b_{a1}n_1 + b_{a2}n_2 + b_{a3}n_3 \ldots + b_{ak}n_k}{n_1 + n_2 + n_3 + \cdots + n_k}, \tag{2.14}$$

Nilai tengah (b)

$$b = \frac{b_{b1}n_1 + b_{b2}n_2 + b_{b3}n_3 + \cdots + b_{bk}n_k}{n_1 + n_2 + n_3 + \cdots + n_k}, \tag{2.15}$$

Nilai batas atas (c)

$$c = \frac{b_{c1}n_1 + b_{c2}n_2 + b_{c3}n_3 + \cdots + b_{ck}n_k}{n_1 + n_2 + n_3 + \cdots + n_k}, \tag{2.16}$$

dengan

b_{ak}	adalah	nilai batas bawah dari pilihan k, dimana $k = 1, 2, 3, \ldots, m$
b_{bk}	adalah	nilai tengah dari pilihan k,
b_{ck}	adalah	nilai batas atas dari pilihan k,
n_k	adalah	jumlah responden per tingkat kepentingan.

Setelah melakukan fuzzifikasi yaitu dengan menentukan *Triangular Fuzzy Number,* selanjutkan dilakukan defuzzifikasi.

Adapun contoh dari fuzzifikasi dan defuzzifikasi pada metode *fuzzy time series* yaitu memprediksi jumlah wisatawan di Provinsi Sumatera Barat yang diperoleh dari (Rahmawati & dkk, 2017). Diketahui data jumlah wisatawan yang berkunjung ke Provinsi Sumatera Barat tahun 2015-2017 yang diambil dari website Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sumatera Barat dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Data Aktual

Tahun	Bulan	Jumlah Wisatawan
2015	Januari	3.289
2015	Februari	3.373
2015	Maret	4.144
⋮	⋮	⋮
2017	November	4.622
2017	Desember	8.568

Sumber: Rahmawati & dkk (2017)

Selanjutnya data aktual di atas dibuatkan data deskriptif yang dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Data Deskriptif

Tabel Deskriptif	Data Aktual
Jumlah Data	36
Nilai Maksimum	8,568
Nilai Minimum	2,104
Rata-Rata	4,327

Sumber: Rahmawati & dkk (2017)

Setelah dibuatkan data deskriptif maka yang dilakukan yaitu menentukan himpunan semesta dengan cara mencari d_{min} dengan d_{max} sehingga diperoleh:

$$U = [d_{min}, d_{max}],$$
$$= [2104,\ \ 8568].$$

Langkah selanjutnya yaitu mencari panjang interval dengan menenukan *range* dan banyaknya kelas interval dengan menggunakan rumus *sturges*, berikut merupakan langkah-langkah selanjutnya yaitu:

a. Menghitung *Range*

$$R = d_{max} - \ d_{min},$$
$$= 8568 - \ 2104,$$
$$= 6464.$$

b. Menghitung interval kelas

$$K = 1 + 3{,}322 \times \log n,$$
$$= 1 + 3{,}322 \times \log(36),$$
$$= 6{,}17.$$

c. Menghitung interval

$$I = \frac{Range\ data\ (R)}{K},$$
$$= \frac{6464}{6{,}17},$$
$$= 1047{,}64.$$

Setelah diperoleh panjang interval 1.047,64 maka sudah dapat dibentuk interval *fuzzy* menggunakan kepadatan frekuensi yang dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Interval Fuzzy

u_i	Batas Bawah	Batas Atas	Nilai Tengah (m_i)
u_1	2.104	3.151,64	2.627,82
u_2	3.151,64	4.199,29	3.675,47
u_3	4.199,29	5.246,93	4.723,11
u_4	5.246,93	6.294,57	5.770,75
u_5	6.294,57	7.342,22	6.818,40
u_6	7.342,22	8.389,86	7.866,04
u_7	8.389,86	9.437,51	8.913,68

Sumber: Rahmawati & dkk (2017)

Untuk memperoleh nilai linguistik maka akan menggunakan himpunan *fuzzy* terdefinisi sebagai berikut:

$$A_1 = \frac{1}{u_1} + \frac{0{,}5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7},$$
$$A_2 = \frac{0{,}5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0{,}5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7},$$
$$A_3 = \frac{0}{u_1} + \frac{0{,}5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0{,}5}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7},$$
$$A_4 = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0{,}5}{u_3} + \frac{1}{u_4} + \frac{0{,}5}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7},$$

$$A_5 = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \frac{1}{u_5} + \frac{0,5}{u_6} + \frac{0}{u_7},$$
$$A_6 = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0,5}{u_5} + \frac{1}{u_6} + \frac{0,5}{u_7},$$
$$A_7 = \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0,5}{u_6} + \frac{1}{u_7}.$$

Dari himpunan *fuzzy* terdefinisi maka diperoleh nilai linguistik sebagai berikut:

$A_1 = Sangat\ Sepi,$

$A_2 = Cukup\ Sepi,$

$A_3 = Sepi,$

$A_4 = Sedang\ Sepi,$

$A_5 = Cukup\ Ramai,$

$A_6 = Ramai,$

$A_7 = Sangat\ Ramai,$

Setelah diperoleh nilai linguistik maka langkah selanjutnya yaitu melakukan fuzzifikasi dan membentuk FLR (*Fuzzy Logical Relationship*), berikut merupakan hasil fuzzifikasi data jumlah wisatawan Provinsi Sumatera Barat yang dinotasikan ke dalam bilangan linguistik dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Fuzzifikasi dan FLR

Tahun	Bulan	Aktual	*Fuzzifikasi*	FLR
2015	Januari	3.289	A_2	$A_2 \Rightarrow A_2$
2015	Februari	3.373	A_2	$A_2 \Rightarrow A_2$
2015	Maret	4.144	A_2	$A_2 \Rightarrow A_2$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2017	November	4.622	A_3	$A_3 \Rightarrow A_7$
2017	Desember	8.568	A_7	$\emptyset$

Sumber: Rahmawati & dkk (2017)

Selanjutnya membentuk *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) yang diperoleh berdasarkan pada FLR sebelumnya dan menentukan defuzzifikasi nilai peramalan yang dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9 FLRG

Group	Relasi	Prediksi
A_1	A_2	3.675,47
A_2	A_1, A_2, A_3	3,675,47
A_3	$A_1,\ A_2,$ A_3, A_4, A_7	5.142,17
A_4	A_2	3.675,47
A_5	$\emptyset$	6.818,40
A_6	$\emptyset$	7.866,04
A_7	$\emptyset$	8.913,68

Sumber: Rahmawati & dkk (2017)

2.5 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah prosedur dimana mengekstraksi nilai keluaran tegas dari sebuah himpunan output *fuzzy* (Muis, 2018). Selain itu deffuzifikasi merupakan tahapan terakhir dalam sistem kendali *fuzzy* yaitu dengan mengubah *fuzzy* output *set* menjadi keluaran berupa nilai numerik dan tegas kembali (*crisp output*) dengan menggunakan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. Hal ini dibutuhkan karena dalam dunia nyata memerlukan nilai tegas (*crisp*). Nilai yang dihasilkan diperoleh adalah suatu bilangan yang terdapat pada himpunan *fuzzy* (Mesran, Limbong, & Nofriansyah, 2020). Adapun tugas defuzzifikasi merupakan suatu proses pengubah output *fuzzy* ke output yang bernilai tunggal (*crisp*) bernilai skalar *non-fuzzy*.

Perhitungan defuzzifikasi dilakukan dengan perhitungan nilai *crisp fuzzy* yaitu dengan menghitung nilai rata-rata dari nilai batas bawah (a), nilai tengah (b), dan nilai batas atas (c). Untuk menghitung defuzzifkasi dapat menggunakan rumus:

$$defuzzifikasi = \frac{a+b+c}{3}. \tag{2.17}$$

2.6 Pemrograman Linear (*linear programming)*

Pemrograman linear merupakan suatu metode untuk membuat keputusan diantara berbagai alternatif kegiatan pada waktu kegiatan-kegiatan dibatasi oleh kegiatan tertentu. Keputusan yang akan diambil dinyatakan sebagai fungsi tujuan (*objective function*), sedangkan kendala-kendala yang dihadapi dalam membuat keputusan tersebut dinyatakan dalam bentuk fungsi kendala (*constraints*). Adapun bentuk umum model program linear sebagai berikut:

$$Z = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j, \tag{2.18}$$

dengan

Z	adalah	fungsi tujuan yang dicari nilai optimalnya (maksimal atau minimal),
c_j	adalah	kenaikan nilai Z apabila ada pertambahan tingkat kegiatan x_j dengan satu satuan unit atau sumbangan setiap satuan unit atau sumbangan setiap satuan keluaran kegiatan j terhadap Z,
x_j	adalah	tingkat kegiatan ke-j.

Adapun batasan untuk bentuk umum model program linear sebagai berikut:

$$Z = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \le b_i, \quad untuk\ i = 1, 2, 3, \dots, m, \tag{2.19}$$

$$x_j \ge 0, \qquad untuk\ j = 1, 2, 3, \dots, m, \tag{2.20}$$

dengan

Z	adalah	fungsi tujuan yang dicari nilai optimalnya (maksimal atau minimal),
a_{ij}	adalah	banyaknya sumber i yang diperlukan untuk menghasilkan setiap unsur keluaran kegiatan i,
x_j	adalah	tingkat kegiatan ke-j,
b_i	adalah	kapasitas sumber i yang tersedia untuk dialokasikan ke setiap unit kegiatan.

2.7 Uji Kecukupan Data

Dalam jurnal (Aribowo, 2007) uji kecukupan data sering digunakan di bidang Perancangan Kerja dan Ergonomi, terutama pada kegiatan praktikum pengambilan waktu siklus dan konsepnya sendiri ditulis di beberapa buku. Uji kecukupan data diperlukan untuk memastikan bahwa data yang terkumpul berasal dari sistem yang sama. Uji kecukupan data menggunakan rumus Bernoulli dalam jurnal (Rahmatullah, Katili, & Sirajjudin) yakni:

$$N = \frac{(Z_{\alpha/2})^2 \times p \times q}{e^2}, \tag{2.21}$$

dengan

N	adalah	jumlah sampel minimum,
Z	adalah	nilai distribusi normal,
e	adalah	toleransi error $(5\% = 0{,}05)$,
p	adalah	persentase kuesioner dijawab benar,
q	adalah	persentase kuesioner dijawab salah,
$\propto$	Adalah	tingkat kebenaran (95% = 0,95).

Pada penelitian ini digunakan taraf signifikan 95% dalam uji kecukupan data karena taraf signifikan yang lazim dinyatakan dengan .05 atau jika di Indonesia menjadi 0,05. Taraf kepercayaan yang umum digunakan dalam penelitian dimana menunjukkan hasil penelitian itu seberapa dapat dipercaya kebenarannya adalah 95% dan terdapat 5% kemungkinan yang tidak betul-betul benar atau bisa dibilang hanya kebetulan saja benar.

2.8 Uji Validitas

Uji validitas adalah pengujian tingkat kemampuan suatu alat ukur untuk dapat mengukur apa yang seharusnya diukur (Ariani, 2004). Menurut Ghozali (2011) dalam jurnal (Gunawan, 2016), uji validitas digunakan untuk mengukur sah atau valid tidaknya suatu kuisioner. Kuesioner dikatakan valid jika pertanyaan pada angket mampu untuk mengungkapkan sesuatu yang akan diukur oleh pertanyaan tersebut. Validitas suatu instrument (kuesioner) dapat dilakukan dengan cara melakukan korelasi suatu skor masing-masing pertanyaan dengan stor totalnya. Suatu pertanyaan dikatakan valid jika skor masing-masing pertanyaan berkolerasi secara signifikan dengan skor totalnya (Hulu & Sinaga, 2019). Untuk menghitung uji validitas dapat menggunakan rumus:

$$r_{hit} = \frac{(n\sum_1^{145} XY) - (\sum_1^{145} X \times \sum_1^{145} Y)}{\sqrt{[n\sum_1^{145} X^2 - (\sum_1^{145} X)^2][n\sum_1^{145} XY - (\sum_1^{145} Y)^2]}}, \tag{2.22}$$

dengan

r_{hit}	adalah	koefisien validitas item yang dicari,
X	adalah	skor yang diperoleh subjek dari seluruh item,
Y	adalah	skor total,
$\sum_{1}^{145} X$	adalah	jumlah skor dalam distribusi X,
$\sum_{1}^{145} Y$	adalah	jumlah skor dalam distribusi Y,
$\sum_{1}^{145} X^2$	adalah	jumlah kuadrat dalam skor distribusi X,
$\sum_{1}^{145} Y^2$	adalah	jumlah kuadrat dalam skor distribusi Y,
n	adalah	banyaknya responden.

Pada uji validitas jika $r\ hitung > r\ tabel$ maka dikatakan suatu atribut tersebut dinyatakan valid dan apabila $r\ hitung\ < r\ tabel$ maka dikatakan suatu atribut tersebut tidak valid, dengan kata lain dapat digunakan dalam kuesioner selanjutnya apabila uji validitasnya telah bernilai valid.

2.9 Uji Reliabilitas

Menurut Hastono (2008) dalam buku (Hulu & Sinaga, 2019) reliabilitas merupakan ukuran yang menunjukkan sejauh mana hasil pengukuran yang digunakan tetap konsisten bila dilakukan pengukuran dua kali atau lebih terhadap gejala yang sama dan dengan alat ukur yang sama. Uji reliabilitas digunakan untuk mengetahui suatu kuesioner yang merupakan indikator dari variabel. Jawaban responden dikatakan reliabel apabila jawaban dari responden terhadap pertanyaan adalah konsisten atau tetap stabil dengan kata lain tidak mengalami perubahan terhadap pilihan jawaban dari pertanyaan. Nilai uji reliabilitas dilakukan dengan kriteria sebagai berikut:

1. Jika nilai Cronbach’s Alpha $> 0{,}60$ maka pertanyaan reliabel.
2. Jika nilai Croncbach’s Alpha $< 0{,}60$ maka pertanyaan tidak reliabel.

Untuk menghitung uji reliabilitas dapat menggunakan rumus:

$$r_1 = \left(\frac{n}{n-1}\right)\left(1 - \frac{\sum s^2}{{s_t}^2}\right), \tag{2.23}$$

dengan

r_1	adalah	reliabilitas instrument,
n	adalah	banyaknya butir pertanyaan atau butir soal,
$\sum s^2$	adalah	jumlah varians butir soal,
${s_t}^2$	adalah	varins total.